

Analisis Balik Kestabilan Lereng Dengan Menggunakan Metode Bishop yang Disederhanakan Pada Area Blok Bukit Tambun PT. Cahaya Bumi Perdana, Kota Sawahlunto

Rizaldi^{1*}, Bambang Heriyadi^{1**}

¹Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, Indonesia

*rizaldi1216@gmail.com

**bambangh@ft.unp.ac.id

Abstract. In December 2019 there was an avalanche on the slope of access road to the mining site block Bukit Tambun. The avalanche resulted in a tunnel of BT 05 and an access road to the BT 04 tunnel covered with avalanche material. Analysis of the security Factor values (FK) and the geometry recommendations of slopes using the Bishop Simplified method. The result of the research is that the first avalanche on the block Bukit Tambun area is a field avalanche (circular failure) with the direction N140°E/70°. Second, The physical and mechanical properties of the Claystone Rocks test get the original fill weight of 14.14 KN/m³, the saturated content weight value of 18.6 KN/m³, the cohesion (c) = 7.1 kN/m² and the inner sliding angle (ϕ) = 73.55 °. Third, recommend the geometry of slopes for dry conditions with a single slope angle of 65° while the overall slope angle of 37°, for the geometry of the slope in a saturated condition with a single slope angle of 25° while the overall slope angle of 18° and a condition slope of a half saturated conditions with a single slope angle 34° while the overall slope angle of 23°.

Keywords: The Field of Diskontinu, Physical and Mechanical Properties of The Rocks, The Geometry of Slope, Reverse Analysis, Bishop Simplified, The Security Factor.

1. Pendahuluan

PT. Cahaya Bumi Perdana merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang usaha pertambangan batubara di Kota Sawahlunto. Kegiatan penambangan yang diterapkan adalah sistem tambang terbuka dengan metode *back filling* dan sistem tambang bawah tanah dengan metode *room and pillar*.

Dalam kegiatan penambangan, masalah kestabilan lereng sangat banyak ditemukan, misalnya lereng pada penambangan *open pit*, penimbunan *overburden*, dan lain-lain. Apabila lereng-lereng yang terbentuk sebagai akibat dari proses penambangan maupun yang merupakan sarana penunjang operasi penambangan tidak stabil, maka dapat menyebabkan gangguan pada kegiatan

produksi, selain juga membahayakan keselamatan pekerja.

Dalam keadaan tidak terganggu (alamiah), tanah atau batuan umumnya berada dalam keadaan stabil atau seimbang. Perubahan kestabilan lereng dapat terjadi akibat pengangkatan, penurunan, penggalian, penimbunan, erosi, atau aktivitas lain di sekitar lereng tersebut. Untuk mengatasi perubahan itu, lereng akan berusaha untuk mencapai kondisi stabil yang baru secara alamiah. Cara ini biasanya berupa proses degradasi atau pengurangan beban, terutama dalam longsoran-longsoran atau gerakan-gerakan lain sampai tercapai keadaan kesetimbangan yang baru. (Irwandi Arif : 2016)^[1]

Berdasarkan pengamatan pada saat melakukan observasi yang telah dilakukan pada akhir Desember 2019 dan awal Januari

2020 di PT. Cahaya Bumi Perdana, penulis menemukan adanya longsor yang terjadi pada lereng jalan akses menuju lokasi penambangan Blok Bukit Tambun. Longsor tersebut mengakibatkan *tunnel* BT 05 dan jalan akses menuju *tunnel* BT 04 tertutup runtuhnya material longsor yang dapat dilihat seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Kondisi Lereng Pada Area Blok Bukit Tambun

Geometri lereng awal sebelum terjadinya longsor adalah 82° dengan tinggi 35 meter, setelah terjadinya longsor sudut lereng menjadi 69° dengan ketinggian tetap 35 meter. Jenis material pembentuk lereng tersebut adalah *claystone*.

Saat ini PT. Cahaya Bumi Perdana belum pernah melakukan kajian geoteknik mengenai kestabilan lereng akses menuju *tunnel* BT 04 dan *tunnel* BT 05. Sehingga *foreman* yang berada di lapangan dalam pembuatan lereng tambang bekerja berdasarkan perencanaan dari *mine plan* saja.

Untuk mendapatkan geometri lereng dan menghindari terjadinya longsor, diperlukan perencanaan geoteknik yang matang serta metode apa yang akan digunakan. Jika tidak dilakukan analisis kestabilan lereng serta penanganan yang maksimal terhadap longsor tersebut, dapat menyebabkan kerugian nantinya seperti kegiatan penambangan yang terganggu, biaya yang akan dikeluarkan untuk membersihkan longsor, bahkan bisa menyebabkan kerugian korban jiwa.

Oleh karena itu diperlukan kajian analisis balik mengenai keterlibatan parameter penyebab longsor untuk memperoleh

desain lereng yang stabil sehingga kegiatan operasional penambangan dapat berjalan dengan aman. Dikarenakan kestabilan lereng yang tidak terkontrol dapat berdampak pada dua faktor yaitu faktor sosial atau keselamatan dan faktor ekonomi (Read & Stacey, 2009 dalam Ginan, Dkk., 2015:42).^[2]

2. Lokasi Penelitian

Wilayah Izin Usaha Pertambangan PT. Cahaya Bumi Perdana, secara administrasi berada di Kumanis Atas, Desa Tumpuk Tengah, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto. Secara geografis lokasi tersebut berada pada koordinat $00^\circ 34' 33.60''$ - $00^\circ 34' 57.42''$ Lintang Selatan dan $100^\circ 47' 57.80''$ - $100^\circ 48' 47.84''$ Bujur Timur. Lokasi kegiatan penambangan dapat ditempuh dari pusat Kota Sawahlunto (Talawi) – Kumanis (± 25 km jalan Kota beraspal) – Lokasi ($\pm 2,5$ Km jalan tanah diperkeras) dapat dilihat pada gambar 2 bawah ini.



Sumber: PT. Cahaya Bumi Perdana^[3]

Gambar 2. Peta Lokasi Kesampaian Daerah

3. Kajian Teori

3.1. Lereng

Lereng adalah permukaan bumi yang membentuk sudut kemiringan tertentu dengan bidang horizontal. Lereng dapat terbentuk secara alami maupun buatan manusia.^[1]

3.2. Kestabilan Lereng

Kestabilan lereng dapat didefinisikan sebagai ketahanan blok di atas suatu permukaan miring (diukur dari garis horizontal) terhadap runtuhnya (*collapsing*)

dan gelinciran (*sliding*) dalam hal ini setiap permukaan tanah yang memiliki kemiringan terhadap garis horizontal disebut lereng, baik alami maupun buatan manusia.^[4,6]

Pada kondisi gaya penahan (terhadap longsoran) lebih besar dari gaya penggerak, lereng tersebut akan berada dalam kondisi yang stabil (aman). Namun apabila gaya penahan menjadi lebih kecil dari gaya penggerak, lereng tersebut akan menjadi tidak stabil dan akan terjadi longsoran.^[4,5]

3.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kestabilan Lereng^[7]

2.3.1 Faktor-faktor Pembentuk Gaya Penahan

1. Jenis Batuan
2. Kekuatan Batuan
3. Penyebaran Batuan

2.3.2. Faktor-faktor Pembentuk Gaya Penggerak

1. Geometri Lereng
2. Bobot isi
3. Kandungan air tanah (u)

2.3.3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Gaya Penahan

1. Proses pelapukan
2. Bidang lemah
3. Iklim
4. Air

2.3.4. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Gaya Penggerak

1. Aktivitas tektonik
2. Gempa atau sumber getaran yang lain
3. Penambahan beban akibat penimbunan
4. Penambahan air tanah
5. Pengeringan waduk

3.4. Kestabilan Lereng

Berdasarkan proses longsornya, longsoran batuan dapat dibedakan menjadi empat macam, yaitu:^[4-6]

3.4.1. Longsoran Bidang (*Plane Failure*)

Longsoran bidang merupakan suatu longsoran batuan yang terjadi sepanjang bidang luncur yang dianggap rata. Bidang luncur tersebut dapat berupa sesar, kekar (*joint*) maupun bidang perlapisan batuan

3.4.2. Longsoran Baji (*Wedge Failure*)

Longsoran baji dapat terjadi pada suatu batuan jika terdapat lebih dari satu bidang lemah yang bebas dan saling berpotongan. Sudut perpotongan antara bidang lemah tersebut harus lebih besar dari sudut geser dalam batuannya.

3.4.3. Longsoran Busur (*Circular Failure*)

Longsoran busur hanya terjadi pada tanah atau material yang bersifat seperti tanah. Longsoran busur juga dapat terjadi pada batuan yang sangat lapuk serta banyak mengandung bidang lemah maupun tumpukan (timbunan) batuan hancur.

3.4.4. Longsoran Guling (*Topplin Failure*)

Longsoran guling terjadi apabila bidang-bidang lemah yang hadir di lereng mempunyai kemiringan yang berlawanan dengan kemiringan lereng dimana struktur bidang lemahnya berbentuk kolom.

3.5. Analisis Stereografis Metode Kinematik

Metode stereografis yang digunakan untuk mengetahui potensi keruntuhan lereng batuan adalah dengan teknik stereografis. Teknik stereografis merupakan metode grafis yang digunakan untuk menunjukkan jurus dan kemiringan dari suatu bidang.^[8]

3.6. Metode Keseimbangan Batas

Metode keseimbangan batas merupakan metode yang cukup populer dan praktis dalam analisis kestabilan, dengan kondisi

kestabilan dinyatakan dalam indeks faktor keamanan, yaitu dengan menghitung kesetimbangan gaya atau kesetimbangan momen, atau keduanya tergantung dari metode perhitungan yang dipakai.

3.6.1. Metode Bishop yang Disederhanakan

Metode Bishop yang disederhanakan merupakan salah satu metode pada longsoran busur yang menggunakan prinsip irisan dalam menentukan faktor keamanan dari suatu massa material yang berpotensi longsor. Metode ini memenuhi kesetimbangan gaya pada arah vertikal dan kesetimbangan momen pada titik pusat lingkaran runtuh. Gaya geser antar irisan diabaikan.^[1,4-7,9]

$$FK = \frac{\sum(X/(1 + \frac{Y}{F}))}{(\sum Z + Q)}$$

Keterangan :

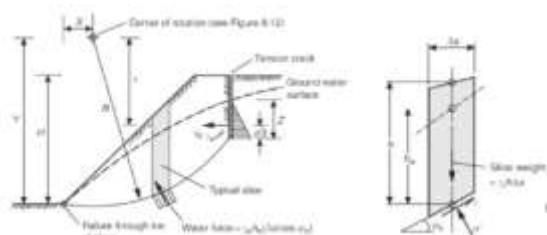
$$X = (c' + (\gamma \cdot h - \gamma_w \cdot h_w) \tan \theta) \frac{\Delta x}{\cos \alpha}$$

$$Y = \tan \alpha \cdot \tan \theta.$$

$$Z = \gamma \cdot h \cdot \Delta x \cdot \sin \alpha.$$

$$Q = \frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot Z^2 \left(\frac{\alpha}{R}\right).$$

- FK = faktor keamanan
- γ = bobot isi material (ton/m³)
- γ_w = bobot isi air (ton/m³)
- α = kemiringan bidang luncur (°)
- θ = sudut geser dalam (°)
- h = tinggi lereng (m)
- h_w = tinggi lereng jenuh (m)
- c' = kohesi (Mpa)
- Z = kedalaman tegangan tarik (m)



Gambar 3. Metode Bishop Sederhana (hoek – bray, 1981)^[1]

3.6.2. Analisis Balik

Analisis Balik Suatu analisis balik dilakukan pada suatu longsoran untuk mengetahui parameter kekuatan batuan penyusun lereng, yaitu c dan ϕ , saat lereng dalam keadaan setimbang atau sesaat sebelum longsor (Hoek dan Bray, 1981). Analisis balik dilakukan pada longsoran yang telah terjadi dengan menggunakan geometri lereng sebelum longsor terjadi. Lebih lanjut, analisis balik juga menggunakan bidang gelincir yang disesuaikan dengan kondisi bidang gelincir lereng yang telah mengalami longsor. Nilai c dan ϕ bidang gelincir diperkirakan hingga diperoleh nilai faktor keamanan lereng (FS) = 1 atau mendekati 1.^[4]

4. Metode Penelitian

Kegiatan pengambilan data yang dilakukan mulai tanggal 25 Maret sampai 25 April 2020 di wilayah penambangan Blok Bukit Tambun PT. Cahaya Bumi Perdana, Kota Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat.

Penelitian ini lebih terarah ke penelitian terapan (*Applied Research*), yaitu salah satu jenis penelitian yang bertujuan untuk mengaplikasikan teori yang didapat dibangku perkuliahan terhadap kondisi aktual dilapangan.¹⁰⁻¹⁴

Data primer adalah data yang diambil langsung dari pengamatan lapangan seperti, geometri lereng aktual, bidang diskontinu, *measuring* stratigrafi, sampel batuan untuk uji sifat fisik dan mekanik, data hasil pengujian sifat fisik dan mekanik batuan sedangkan data sekunder yang berisikan peta topografi dan peta geologi regional.

5. Hasil dan Pembahasan

5.1. Data Penelitian

5.1.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di *area* Blok Bukit Tambun PT. Cahaya Bumi Perdana dilakukan pada titik koordinat seperti pada tabel 1, yang merupakan titik lokasi

penelitian, sedangkan lokasi penelitian terlihat pada Gambar 4.

Tabel 1. Koordinat Lokasi Penelitian

No	Titik	Koordinat	
		X	Y
1	A	698139,18	9930599,4



Gambar 4. Lokasi Penelitian

Berdasarkan hasil *measuring* stratigrafi yang telah dilakukan oleh penulis, lapisan material penyusun lereng terdiri atas batu lempung (*claystone*), batu pasir (*sandstone*) dan batu lanau (*siltstone*), yang menjadi material utama penyusun lapisan tersebut adalah batu lempung (*claystone*).

5.1.2. Kondisi Lereng

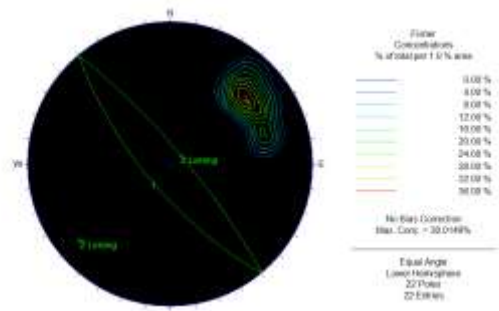
Penelitian dilakukan pada area Blok Bukit Tambun PT. Cahaya Bumi Perdana yang terletak pada elevasi 287 mdpl sampai elevasi 322 mdpl. Secara umum lapisan penyusun lereng relatif mengikuti kemiringan batubara dengan nilai strike dan dip rata-rata adalah N 227° E/82°.



Gambar 5. Kondisi Lereng Lokasi Penelitian

5.2. Pengolahan Data Kekar untuk Metode Stereografis Analisa Kinematik

Dari pengamatan dan pengukuran bidang diskontinu terhadap *scanline* dengan *point station* dapat diketahui bahwa kedudukan lereng pengamatan adalah N 320°E/79°. Setelah seluruh data kekar diambil maka dilakukan proses pengelompokan data kekar dengan menggunakan bantuan perangkat lunak *Stereonets* dan *Dips*. Untuk mendapatkan set diskontinuitas pada kekar, berikut ditampilkan pada gambar 6.



Gambar 6. Hasil Plot Diskontinuitas Scanline

Dari proses pengelompokan data kekar pada *stereonets* dengan menggunakan perangkat lunak *stereonets dips* maka dapat dilihat pada gambar diatas terdapat dua *joint set* yaitu JS1 dengan kedudukan umum adalah N 140°E/ 70°.

Berdasarkan pola set diskontinu dan kedudukan lereng pada *stereonets* dapat dilihat bahwa adanya model keruntuhan bidang. Keruntuhan bidang dibentuk oleh *joint set* 1 dengan syarat terjadinya keruntuhan bidang adalah bidang gelincir memiliki jurus sejajar atau hampir sejajar (maksimal 20°) dengan jurus lereng. Kemudian kemiringan bidang gelincir (70°) lebih kecil dari kemiringan lereng (79°). Selanjutnya kemiringan bidang gelincir lebih besar daripada sudut geser dalamnya. [5] Berdasarkan syarat yang telah terpenuhi maka dapat dikatakan bahwa keruntuhan bidang.

5.3. Pemodelan Lereng

5.3.1. Parameter Pengujian Laboratorium Geoteknik

5.3.1.1. Pengujian Sifat Fisik Batuan

Bobot isi merupakan salah satu parameter dari hasil uji sifat fisik yang penting dalam analisis kestabilan lereng. Nilai bobot isi dapat dibagi atas nilai bobot isi asli, bobot isi kering (*dry density*) dan bobot isi jenuh (*saturated density*). Hasil pengujian bobot isi ditunjukkan oleh tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Uji Sifat Fisik Batuan

NO	UJI SIFAT FISIK	KODE SAMPEL				
		1	2	3	4	5
1	Bobot Isi Asli (gr/cm ³)	1.600	1.225	1.748	1.585	1.051
2	Bobot Isi Kering (gr/cm ³)	1.583	1.212	1.735	1.568	1.048
3	Bobot Isi Jenuh (gr/cm ³)	1.991	1.747	2.086	2.002	1.663

5.3.1.2. Pengujian Sifat Mekanik Batuan

5.3.1.2.1. Pengujian Point Load Test

Pengujian *point load test* dilakukan untuk mendapatkan nilai kuat tekan (σ_c) dari material.

Tabel 3. Hasil Uji Point Load Index

No	Parameter				
	D (cm)	F	P (Kg)	Is (kg/cm ²)	σ_c (Mpa)
1	4	0.904	38.26	2.162	4.872
2	4.3	0.934	69.65	3.518	7.930
3	4	0.904	54.25	3.065	6.909
4	4.1	0.914	44.78	2.435	5.488

5.3.1.2.2. Pengujian Kuat Geser Batuan

Pengujian kuat geser langsung ditujukan untuk mendapatkan nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (Φ) dalam bentuk nilai puncak (*peak*) dan residual. Hasil uji kuat geser langsung dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Kuat Geser

Lithology	Kohesi (Mpa)		Sudut Geser Dalam ($^{\circ}$)	
	Puncak	Residu	Puncak	Residu
Claystone	0.14	-0.0598	71.504	68.15
	1.26	0.0766	75.476	70.823
	0.73	0.0275	73.683	69.763

5.3.2. Properties Material

Properties material meliputi bobot isi asli, bobot isi jenuh, kohesi (c), dan sudut geser dalam (Φ). Nilai yang dipakai sebagai data awal properties material adalah nilai rata-rata yang didapatkan dari hasil pengujian laboratorium. Untuk parameter kohesi dan sudut geser dalam digunakan nilai puncak dari hasil pengujian.^[7]

Tabel 5. Input Data Properties Material

Litho	Bobot Isi Asli (KN/m ³)	Bobot Isi Jenuh (KN/m ³)	Kohesi (KN/m ²)	Friction Angle ($^{\circ}$)
Clay stone	14.14	18.6	7.1	73.55

5.4. Analisis Kestabilan Lereng

Analisa geoteknik dilakukan melalui dua tahap utama yaitu *back analysis* untuk mengetahui parameter batuan ketika terjadinya longsor dan *forward analysis* untuk memodelkan kembali kestabilan lereng dengan parameter yang telah diperoleh dari *back analysis*.^[7]

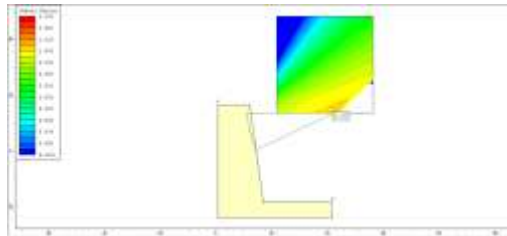
Analisis kestabilan lereng dilakukan dengan menggunakan metode kesetimbangan batas yaitu metode *Bishop Simplified*. Serta penyelesaian perhitungan dibantu dengan menggunakan perangkat lunak (*software Roscience Slide*). Nilai Faktor Keamanan Statis Minimum berdasarkan pada Kepmen ESDM No. 1827 Tahun 2018 untuk menilai stabilitas model lereng tunggal (*Single slope*) yang dapat diterima ialah $(FK) \geq 1,3$.^[7]

5.4.1. Back Analysis

Back Analysis dilakukan terhadap kondisi aktual awal saat sebelum longsor terjadi, dimana pada penelitian ini digunakan kondisi bulan Desember 2019. Parameter geoteknik ini merupakan parameter geoteknik yang tidak terganggu (*undisturbed*) seperti yang dapat dilihat pada tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Material Properties

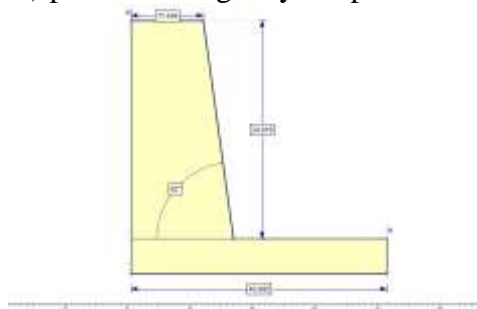
Litho	Bobot Isi Asli (KN/m ³)	Bobot Isi Jenuh (KN/m ³)	Kohesi (KN/m ²)	Friction Angle (°)
Clay stone	14.14	18.6	7.1	73.55



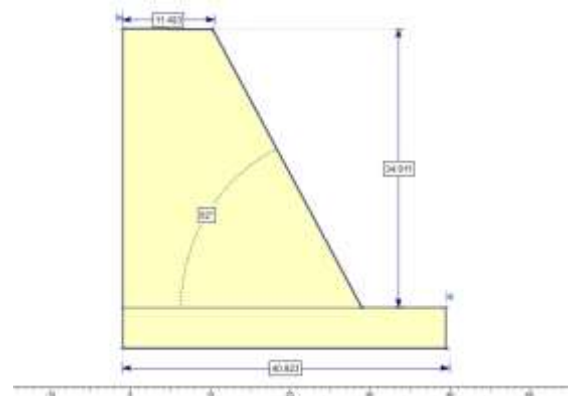
Gambar 7. Hasil Analisis Lereng Blok Bukit Tambun Sebelum Longsor

Berdasarkan pengukuran bulan Desember 2019, diketahui bahwa geometri lereng area Blok Bukit Tambun sebelum longsor memiliki ketinggian lereng tunggal (*single slope*) 35 meter dengan sudut kemiringan lereng tunggal (*single slope*) sebesar 82°. Dari analisis kestabilan lereng aktual sebelum longsor didapatkan nilai Faktor Keamanan (FK) sebesar 1,377.

Nilai faktor keamanan tersebut menunjukkan lereng dalam keadaan stabil. Namun, pada awal Desember 2019 telah terjadi longsor pada lereng area Blok Bukit Tambun. Kelongsoran yang terjadi pada Blok Bukit Tambun dikarenakan belum adanya perencanaan/ rekomendasi geometri lereng yang diberikan perusahaan, sehingga kondisi lereng sebelumnya yang tidak stabil membuat lereng mencari kondisi stabil dengan kesetimbangan baru. Oleh karena itu dilakukan *back analysis* untuk mengetahui parameter geoteknik (kohesi dan sudut geser dalam) pada saat longsor yaitu pada $FK < 1$,^[8]

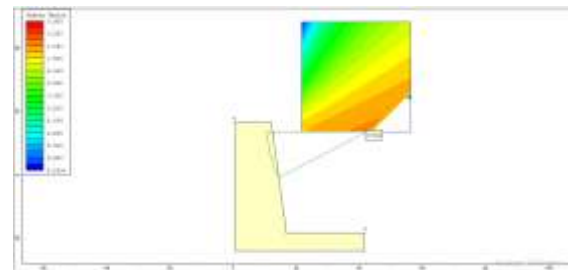


Gambar 8. Geometri lereng Blok Bukit Tambun Sebelum Longsor



Gambar 9. Geometri lereng Blok Bukit Tambun Setelah Longsor

Back Analysis guna mengetahui nilai parameter geoteknik saat terjadi longsor. *Back Analysis* ini dilakukan sampel data untuk setiap parameter geoteknik (kohesi, bobot isi, dan sudut geser dalam) yang dicari dengan data awal seperti pada tabel 6.



Gambar 10. *Back Analysis* Longsor Blok Bukit Tambun Bulan Desember 2019

Setelah dilakukan *back analysis* didapatkan nilai faktor keamanan (FK) *single slope* Blok Bukit Tambun yaitu 0,942. Dari hasil *back analysis* pada lereng area Blok Bukit Tambun bidang gelincir yang berpotensi longsor terdapat pada material *Claystone*. Parameter geoteknik (kohesi dan sudut geser dalam) hasil *back analysis* dapat dilihat pada Tabel 12.

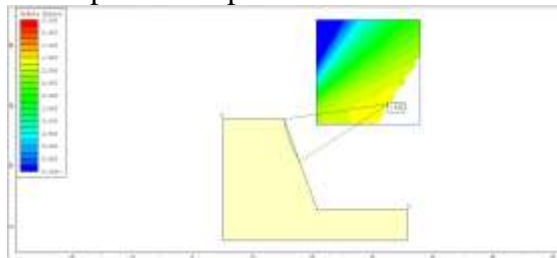
Tabel 7. Parameter Geoteknik Hasil *Back Analysis* Blok Bukit Tambun

Litho	FS Bishop Simplified	Bobot Isi Asli (KN/m ³)	Kohesi (KN/m ²)	Friction Angle (°)
Clay stone	0,942	14.14	7.1	63.55

5.4.2. Forward Analysis

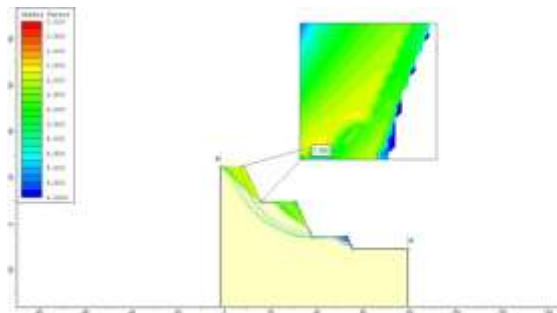
Forward analysis dilakukan berdasarkan parameter material yang diperoleh dari data *back analysis*. *Forward analysis* dilakukan guna untuk membuat modifikasi geometri lereng untuk meningkatkan kestabilan lereng dari data hasil *back analysis*.^[8]

Rekomendasi untuk lereng tunggal pada saat dalam kondisi kering untuk mendapatkan nilai FK aman dengan Tinggi lereng tunggal 15 meter dan sudut sebesar 65° dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Modifikasi FK Lereng Tunggal dalam Kondisi Kering

Rekomendasi geometri lereng keseluruhan untuk lereng tunggal dibuat tinggi lereng 15 meter dan sudut sebesar 65° dengan lebar jenjang minimum sebesar 10 meter.

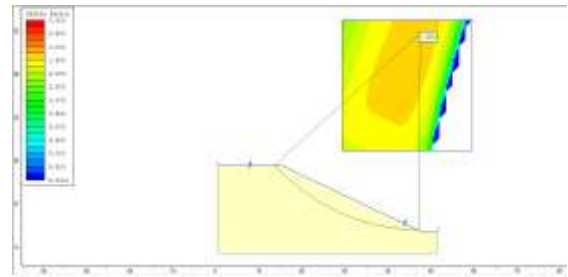


Gambar 12. Modifikasi FK Lereng Keseluruhan dalam Kondisi Kering

Berdasarkan analisis menggunakan *Software slide* 6.0 diperoleh nilai faktor keamanan lereng tunggal dalam kondisi kering sebesar 1.690 dan untuk nilai faktor keamanan lereng keseluruhan sebesar 1.665 yang berarti lereng dalam keadaan aman.

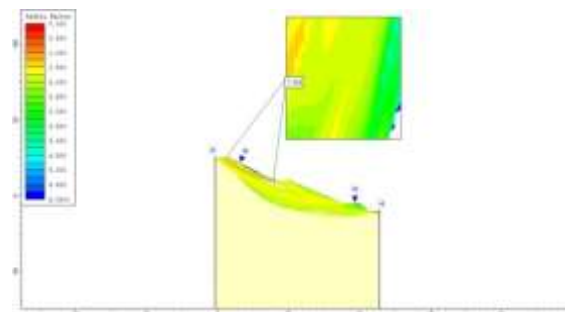
Rekomendasi untuk lereng tunggal dalam kondisi jenuh untuk mendapatkan nilai FK aman dengan tinggi lereng 15 meter dan sudut sebesar 25° dan data input dari data

hasil *back analysis* didapatkan nilai FK 1.305. seperti pada Gambar 13.



Gambar 13. Modifikasi FK Lereng Tunggal dalam Kondisi Jenuh

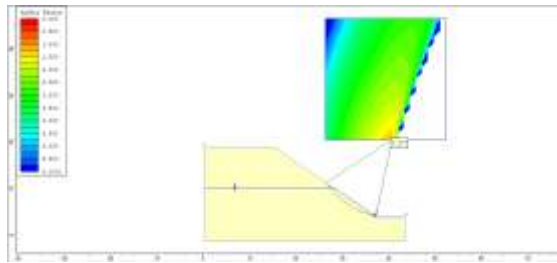
Rekomendasi geometri lereng keseluruhan untuk lereng tunggal dibuat tinggi lereng 15 meter dan sudut sebesar 25° dengan lebar jenjang minimum sebesar 10 meter.



Gambar 14. Modifikasi FK Lereng Keseluruhan dalam Kondisi Jenuh

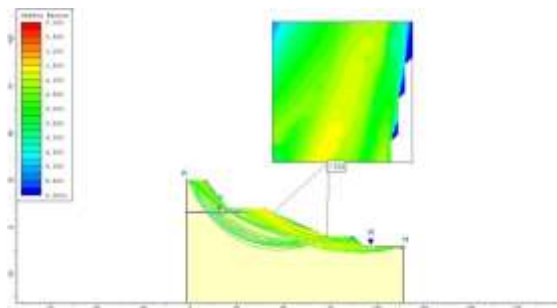
Berdasarkan analisis menggunakan *Software slide* 6.0 diperoleh nilai faktor keamanan lereng tunggal dalam kondisi jenuh sebesar 1.305 dan untuk nilai faktor keamanan lereng keseluruhan sebesar 1.346 yang berarti lereng dalam keadaan aman.

Rekomendasi untuk lereng tunggal dalam kondisi setengah jenuh untuk mendapatkan nilai FK aman dengan tinggi lereng 15 meter dan sudut sebesar 34° dan data input dari data hasil *back analysis* didapatkan nilai FK 1.371. seperti pada Gambar 15.



Gambar 15. Modifikasi FK Lereng Tunggal dalam Kondisi Setengah Jenuh

Rekomendasi geometri lereng keseluruhan untuk lereng tunggal dibuat tinggi lereng 15 meter dan sudut sebesar 34° dengan lebar jenjang minimum sebesar 10 meter.



Gambar 16. Modifikasi FK Lereng Keseluruhan dalam Kondisi Setengah Jenuh

Berdasarkan analisis menggunakan *Software slide 6.0* diperoleh nilai faktor keamanan lereng tunggal dalam kondisi setengah jenuh sebesar 1.371 dan untuk nilai faktor keamanan lereng keseluruhan sebesar 1.524 yang berarti lereng dalam keadaan aman.

Berdasarkan hasil analisis diatas dengan modifikasi geometri lereng untuk mendapatkan geometri lereng dengan kondisi lereng aman dapat dilihat pada tabel 8, dibawah ini.

Tabel 8. Rekomendasi Geometri Lereng

Kondisi Lereng	Analisis Slope	Tinggi Lereng (m)	Sudut Lereng (°)	Lebar Bench (m)	FK
Kering	Single	15	65	15	1.690
	Overall	35	37	10 + (15×2) = 40	1.665
Setengah Jenuh	Single	15	34	15	1.371
	Overall	35	23	10 + 20 + 13 = 43	1.524
Jenuh	Single	15	25	15	1.305
	Overall	35	18	(10×2) + 11 = 31	1.346

6. Kesimpulan dan Saran

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan hasil analisa yang dilakukan pada lokasi penelitian area Blok Bukit Tambun pada PT. Cahaya Bumi Perdana, dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya yaitu:

6.1.1. Arah dan tipe longsoran

Berdasarkan hasil dari pengolahan orientasi bidang diskontinu menggunakan analisis stereografis arah dan tipe longsoran adalah N140°E/70° dan longsoran bidang.

6.1.2. Hasil pengujian sifat fisik dan mekanik batuan.

a. Pengujian Sifat Fisik

- 1) Nilai rata-rata bobot isi asli dari material *claystone* yaitu, 14,14 KN/m³.
- 2) Nilai rata-rata bobot isi kering dari material *claystone* yaitu, 18,6 KN/m³.
- 3) Nilai rata-rata bobot isi jenuh dari material *claystone* yaitu, 14,01 KN/m³.

b. Pengujian Sifat Mekanik

- 1) Pengujian *point load index*
 Nilai rata-rata hasil pengujian *point load index* (σ_c) adalah 6,3 Mpa.
- 2) Hasil nilai pengujian kuat geser batuan
 Nilai rata-rata hasil pengujian kuat geser batuan yaitu kohesi (c) 7,1 Mpa dan sudut geser dalam (ϕ) 73,55°.

6.1.3. Nilai parameter geoteknik dari analisis balik pemodelan sebelum dan sesudah terjadinya longsoran.

Nilai parameter geoteknik sebelum longsor yaitu bobot isi asli 14,14 KN/m³, nilai bobot isi jenuh 18,6 KN/m³, kohesi (C) 7,1 KN/m², dan sudut geser dalam 73,55°. Nilai Faktor Keamanan lereng Blok Bukit

Tambam sebelum longsoran yaitu 1,377. Hasil analisis balik pada area longsoran Blok Bukit Tambam menghasilkan nilai parameter geoteknik *claystone* (C) = 7.1 KN/m² dan (ϕ) = 63.55°. Nilai Faktor Keamanan lereng Blok Bukit Tambam sebelum longsoran yaitu 0.942.

6.1.4. Rekomendasi geometri lereng.

Rekomendasi geometri lereng Blok Bukit Tambam adalah sebagai berikut:

- a. Kondisi kering dengan ketinggian 15 meter dan *single slope angle* 65° dengan FK 1.690. Tinggi lereng keseluruhan 35 meter dan sudut kemiringan lereng keseluruhan 37° di peroleh FK = 1.665.
- b. Kondisi setengah jenuh dengan ketinggian 15 meter dan *single slope angle* 34° dengan FK 1.371. Tinggi lereng keseluruhan 35 meter dan sudut kemiringan lereng keseluruhan 23° di peroleh FK = 1.524.
- c. Kondisi Jenuh dengan ketinggian 15 meter dan *single slope angle* 25° dengan FK 1.305. Tinggi lereng keseluruhan 35 meter dan sudut kemiringan lereng keseluruhan 18° di peroleh FK = 1.346.

6.2. Saran

Saran yang dapat diberikan penulis pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Perubahan geometri lereng hal ini dilakukan dengan memperbaiki geometri lereng yang ada dengan mengikuti rekomendasi desain yang telah dibuat untuk menjaga kestabilan lereng dengan nilai FK > 1.3.
- b. Perlunya ketelitian saat melakukan pengujian sampel di laboratorium agar hasil yang didapatkan akurat.
- c. Pemantauan, Pemeliharaan, dan penanganan pada lereng tambang sangat diperlukan untuk menjaga agar lereng tetap dalam kondisi aman.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arif Irwandi. 2016. *Geoteknik Tambang*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- [2] Read & Stacey, 2009 dalam Ginan, Dkk., 2015:42
- [3] Dokumen PT. Cahaya Bumi Perdana
- [4] Putra Suryadi & Bambang Heriyadi. 2018. “Analisis Balik Kestabilan Lereng Penampang A Dan Penampang B Area Lowwall Tambang Batubara Pada Pit X PT. Kideco Jaya Agung Kecamatan Batu Sopang Kabupaten Paser Provinsi Kalimantan Timur”. Jurnal.Bina Tambang Vol 4 No 1.
- [5] Rahim Azhary, Bambang Heryadi & Yoszi M. Anaperta. “Analisis Kestabilan Lereng Untuk Menentukan Geometri Lereng Pada Area Penambangan PIT Muara Tiga Besar Selatan PT. Bukit Asam (persero) TBK, Tanjung Enim, Sumatera Selatan.”. Jurnal tidak diterbitkan. Padang : UNP.
- [6] Pane Adelina Riski & Yoszi M. Anaperta. 2019. “Karakterisasi Massa Batuan dan Analisis Kestabilan Lereng Untuk Evaluasi Geometri Lereng di Pit Barat Tambang Terbuka PT. AICJ (Allied Indo Coal Jaya) Kota Sawahlunto Provinsi Sumatera Barat”. Jurnal. Bina Tambang Vol 4 No 3.
- [7] Metriani, Riri & Yoszi M. Anaperta. 2019. Analisis Balik Kestabilan Lereng Dengan Menggunakan Metode Bishop yang disederhanakan Pada Front II Existing Tambang Quarry PT. Semen Padang, Sumatera Barat. Jurnal. Bina Tambang Vol 4, No.4.
- [8] Marini, A. Elsa & Yoszi M. Anaperta. 2019. *Analisis Balik Kestabilan Lereng Area Highwall Pit Abc Tambang Batubara PT. Manggala Usaha Manunggal Jobsite PT. Banjarsari Pribumi, Kecamatan Merapi Timur, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan*. Jurnal. Bina Tambang Vol 4, No.4.
- [9] Fikri, M. Adli, Heriyadi, Bambang, Heri Prabowo. 2018. “Analisis Stabilitas Lereng pada Pit Tambang Air Laya Barat Section C-C’ PT. Bukit Asam

- (*Persero Tbk*) Sumatera Selatan. Padang: Universitas Negeri Padang.
- [10] Sandra H & Yoszi M. Anaperta. “*Analisis Kestabilan Lereng Studi Kasus Area Tambang Rakyat di Bukit Tui S0 28’43.15” E100 24’16.24”- S0 28’43.15” E100 24’15.28” Kecamatan Pdang Panjang*”. Jurnal. Bina Tambang Vol 3, No.4.
- [11] Saputri, Oktaviana, Bambang Heriyadi & Yoszi Mingsi Anaperta. 2017. “*Analisis Kestabilan Lereng Untuk Sistem Penambangan Overburden (Soil) Di Area IUP 412 Ha Bukit Tajarang Indarung PT. Semen Padang Sumatera Barat*”. Padang : UNP.
- [12] Satria, Rinaldi. 2015. “*Analisis Stabilitas Lereng Berdasarkan Kualitas Massa Batuan di Area Tambang Terbuka Batubara PT. Karya Hasil Utama, Kabupaten Sijunjung, Provinsi Sumatera Barat.*” Skripsi tidak diterbitkan. Padang: UNP.
- [13] Husein, D., Heriyadi, B., & Anaperta, Y. M. 2018. *Slope Stability Analysis at Pit Al-Blok B PT. Anugrah Alam Andalas Muara Ketalo Village, Sungai Bengkal, Tebo Ilir Subdistrict, Tebo District, Jambi Province*, Bina Tambang, 3(1), 504-523.
- [14] Rahman, H.A. and Ramadhan, F.R. 2019. *Landslide Mitigation of Banjir Kanal Semarang, with Grouting Method*. In Journal of physics: Conference Series (Vol.1387, No.1, p.012099). IOP Publishing.